

Л.В. Митина

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ АНАТОМИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ В ОПРЕДЕЛЕНИИ ВИДОВ РОДА *BERBERIS* L.

Berberis, черешок, плодоножка, ножка кисти, диагностические признаки, анатомия, изменчивость, проводящие пучки

Введение

Для диагностики и идентификации растений широко применяют анатомические исследования. С их помощью устанавливают точность систематического определения растений [1]. Вопрос диагностической ценности черешка обсуждается в ботанической литературе более трех веков и в наше время является актуальным. Некоторые авторы предостерегают о получении ошибочных данных при использовании петиолярных исследований [5]. Однако анатомические признаки с высокой степенью надежности используют для выявления отличий у близких видов. К методу петиолярной анатомии обращаются в тех случаях, когда морфологические признаки не дают четкой картины для разграничения отдельного таксона в таксономически трудных группах. Именно таким является род *Berberis* L. (барбарис). Поэтому ученые разных стран мира уделяют внимание этому вопросу, применяя для его решения разнообразные методологические подходы. Так, С.А. Туманян изучал строение черешка у травянистых форм семейства барбарисовых [7]; Г.В. Куликов выявлял ксерофильные признаки видов рода *Berberis* по анатомии листовой пластинки [3]; А.А. Никитин и И.А. Панкова рассматривали анатомию плода, семени и плодоножки [4] и т.д. Ученые США, Аргентины, Индии, Японии и других стран так же проводили анатомические и морфологические исследования листьев, которые носят фрагментарный характер, либо исследования касались видов, которые не произрастают на территории Украины [9–15]. Эти данные не дают четкого представления о возможности использования анатомических особенностей строения черешка в диагностических целях. А, поскольку путаница с определением видов барбариса существует во всех ботанических садах и дендропарках Украины, то поиск дополнительных диагностических признаков для видов этого рода является весьма актуальным.

Цель и задачи исследований

Цель исследования – выявить возможности использования особенностей анатомического строения отдельных органов видов рода *Berberis* в качестве дополнительных диагностических признаков.

Задачи исследования: исследовать анатомическое строение черешков, ножек кисти и плодоножек 22 видов рода *Berberis*; выявить константные и варьирующие признаки; провести оценку надежности этих дополнительных диагностических признаков.

Объекты и методы исследований

Объект исследования – анатомическое строение черешка листьев, ножки кистей и плодоножки 22 видов рода *Berberis*, произрастающих на территории Донецкого ботанического сада НАН Украины: *Berberis aetnensis* C. Presl., *B. amurensis* Rupr., *B. aristata* DC., *B. brachypoda* Maxim., *B. chitria* Lidl., *B. canadensis* Mill., *B. concinna* Hook. f., *B. francisci-ferdinandi* C.K. Schneid., *B. floribunda* Wall. ex G. Don., *B. jamesiana* Forrest. et W.W. Smith, *B. heteropoda* Schrenk, *B. integerrima* Bunge., *B. japonica* (Thunb.) R. Bs., *B. lycium* Royle, *B. nummularia* Bunge, *B. oblonga* (Regel) C.K. Schneid., *B. poiretii* C.K. Schneid., *B. silva-taroucana* C.K. Schneid., *B. thunbergii* DC., *B. virescens* Hook. f., *B. vulgaris* L. (в том числе *B. vulgaris* f. *atropurpurea* Regel.), *B. wilsoniae* Hemsl.

Побеги с листьями и плодами собирали с кустов 30–40-летнего возраста со средней части по окружности кроны каждого растения, в октябре 2012 г. Исследовали среднюю часть черешка, ножки кисти и плодоножки, где их структура наиболее постоянна, в 30-кратной повторности отдельного органа с каждого вида. Под «ножкой кисти» подразумевали базальную часть центральной оси кисти до начала ее разветвления на плодоножки. Срезы делали от руки на фиксированном материале с последующим окрашиванием по методике З.П. Паушевой [6]. Изучали и фотографировали образцы на микроскопе Zeiss Primo Star с фотонасадкой на основе камеры Canon Power Shot A 640. Описание черешков и плодоножек проводили в соответствии с разработками А.Е. Васильева и др. [2].

Под частотой встречаемости подразумевали суммы количества пучков в каждом отдельно взятом образце. Статистическую обработку полученного материала выполняли с помощью прикладных компьютерных программ Microsoft Excel и Statistica.

Результаты исследований и их обсуждение

Проведение анатомических исследований черешков, ножек кисти и плодоножек 22 видов рода *Berberis* позволило описать их строение. Приводим эти описания.

Черешки исследованных листьев дорзовентральные, тип черешка – крылатый и полуцилиндрический, по направлению распростертый, неопушен. Форма среза приближается к треугольной. Хорошо выражена система проводящих пучков. Проводящие пучки расположены радиально, коллатерального типа, образуют арку. Расположение проводящей ткани дискретное, реже слитное. Почти у всех видов есть дополнительные пучки (один или два), расположенные в адаксиальной части черешка. Клетки эпидермиса имеют утолщенные наружные стенки. Колленхима хорошо развита, прилегает к эпидермису. Механическая ткань представлена склеренхимой, расположенной над флоэмой, а со стороны ксилемы все крупные, хорошо выраженные пучки имеют перимедулярные влагиалища, которые образованы мелкими паренхимными клетками. Поскольку для барбариса характерно явление гетрофиллии в пределах одного пучка листьев, исследовали анатомическое строение черешка всех листьев из одного пучка. Выявили, что у одних видов отмечено варьирование как морфологического, так и анатомического строения черешков, у других – анатомическое строение остается стабильным в пределах одного пучка.

Ножки кистей исследованных видов рода *Berberis* имеют ребристую, приближающуюся к округлой форму среза, опушение отсутствует. Под рядом толстостенных клеток эпидермиса располагаются паренхимные клетки округлой формы с тонкими стенками. Клетки паренхимы с утолщенными стенками располагаются в 7–12 рядов до проводящих пучков и окружая их, простираются до сердцевины, которая представлена крупными разреженно расположенными клетками, а иногда и пустотелая. Система проводящих пучков находится в зоне флоэмы, имеет кольцевую форму. Пучки расположены радиально, коллатеральные. Наблюдается вариабельность типа проводящей системы – дискретная и комбинированная или слитно-дискретная.

Для **плодоножек** характерна округлая форма среза, иногда слегка граненая. Строение сходно со строением ножки кисти с той разницей, что сердцевина состоит из клеток такого же размера, как и по всей паренхиме, нет разрежения клеток и пустот. Проводящие пучки также расположены кольцеобразно и радиально. Слияния пучков не отмечено, т.е. тип проводящей системы дискретный.

Анализ количества проводящих пучков в каждом отдельно взятом органе по всем видам рода *Berberis* показал, что наибольшее количество пучков ($M \pm m$) находится в ножках кисти – 13,2 шт., в черешках листьев – 4,6 шт., в плодоножках – 5,7 шт. Лимиты min – max составляют для ножек кисти 8–18, черешков – 3–8 шт., плодоножек – 4–9 шт. Частота встречаемости (ЧВ) проводящих пучков в разных органах варьирует от 1 до 19. Соответственно, наиболее часто встречающиеся суммы проводящих пучков в каждом органе не могут быть как диагностически значимые признаки в силу их частой встречаемости. Так, для ножек кисти – это 13 и 11 пучков (ЧВ – 6); для черешков – наличие 5 пучков (ЧВ – 19); для плодоножек 5 пучков (ЧВ – 16) (рис.).

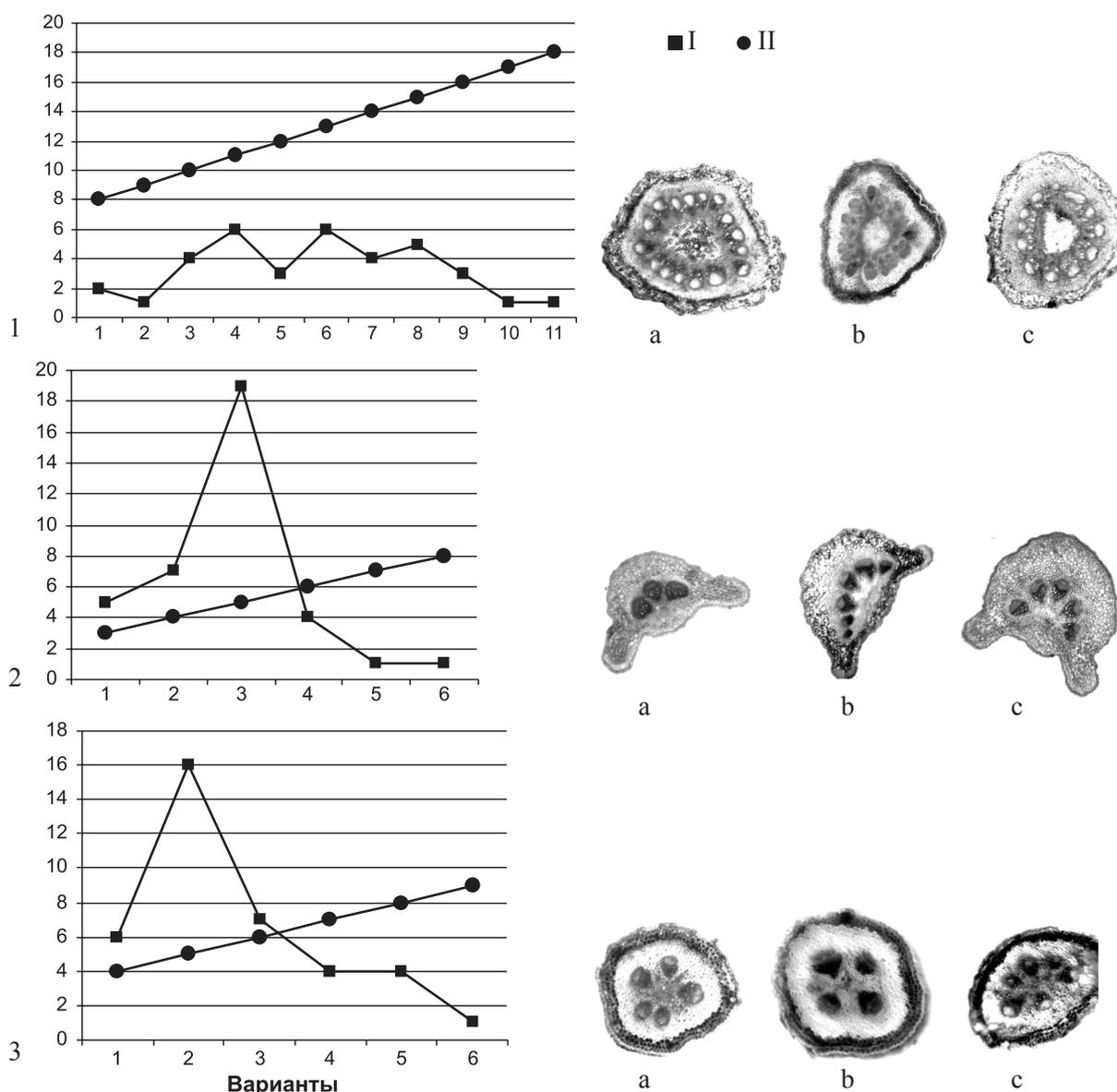


Рис. Распределение проводящих пучков (штук) в различных органах видов рода *Berberis* L.:

1 – проводящие пучки в ножке кисти; 2 – проводящие пучки в черешках листьев;

3 – проводящие пучки в плодоножках (увеличение – 200 раз);

I – частота встречаемости; II – количество проводящих пучков;

a – *B. vulgaris* L., b – *B. amurense* Rupr.; c – *B. aetnensis* Presl.

К наиболее ценным диагностическим признакам относятся те из них, которые имеют низкую амплитуду варибельности и малую частоту встречаемости у других видов. К таким признакам относятся наличие 18, 9 проводящих пучков для ножек кисти (*B. japonica*, *B. poiretii*), для черешков – 7, 8 пучков (*B. integerrima*, *B. silva-taroukana*), для плодоножек – 9 пучков (*B. amurenensis*). Это уникальные признаки, которые ясно указывают на конкретные виды, у которых они были обнаружены. Есть виды с константным количеством пучков в тех или иных органах, например, для *B. canadensis* характерно наличие трех пучков в черешках листьев разных формаций, для *B. aetnensis* – пяти основных и двух дополнительных пучков. Однако, данное количество пучков имеет высокую частоту встречаемости (5 и 19 соответственно) в черешках у разных видов барбариса, поэтому применение этих признаков в качестве диагностических весьма ненадежно. В таких случаях их можно применять только как дополнительные в совокупности с морфологическими признаками.

Проведен сравнительный анализ зависимости количества проводящих пучков в ножке кисти от количества цветков и плодов. Установлено, что количество цветков в кисти у разных видов

барбариса варьирует от 1 до 20, плодов от 1 до 17 шт. Как правило, в многоцветковой кисти завязь не образуется из одного–пяти цветков, при среднем показателе – три. Наиболее часто встречается девять плодов в кисти – 11 раз. К уникальным признакам можно отнести 1, 3, 13, 15, 17 плодов в кисти. Установлено, что корреляции между количеством цветков, плодов и проводящих пучков в ножке кисти нет. Так, у вида *B. japonica* при наличии в кисти 9 цветков и 7 образовавшихся из них плодов количество проводящих пучков в ножке кисти – 18 шт., а у вида *B. vulgaris* – 19 цветков, 17 плодов, 15 проводящих пучков и т.д. Конечно, наличие прямой зависимости между количеством цветков или плодов и количеством проводящих пучков в ножке кисти было бы весьма удобным диагностическим признаком, но, к сожалению, таковой не выявлено.

Выводы

Таким образом, выявлены анатомические признаки с низким, средним и высоким коэффициентом варьирования. К группе с низкой и средней вариабельностью относятся следующие признаки:

1. Форма среза черешков листьев приближается к треугольной, плодоножек – к округлой с гранями, ножек кисти – ближе к округлой, ребристая.

2. Наибольшее количество проводящих пучков наблюдается в ножках кистей – 13,2 шт.; среднее количество проводящих пучков в плодоножках – 5,7 шт.; в черешках листьев этот показатель наименьший – 4,6 шт.

3. В ножках кисти наиболее высокая частота встречаемости 11 и 13 проводящих пучков; в черешках и плодоножках – пяти пучков.

4. В черешках листьев проводящие пучки расположены радиально коллатерального типа, дискретно в форме арки.

5. В ножках кисти и плодоножках расположение проводящих пучков радиальное, форма кольцеобразная, тип – коллатеральный, у плодоножек только дискретный.

Высокий уровень варьирования отмечен у следующих признаков:

1. Количество проводящих пучков изменяется в пределах установленных границ их вариации по видам и внутри рода.

2. Размеры черешков и ножек кисти имеют большой размах вариабельности как внутри вида, так и межвидовой.

3. Форма среза черешка внутри вида варьирует за счет формы основания листовой пластинки.

Оценка надежности дополнительных диагностических признаков, проведенная по методу сравнительного анализа одноименных признаков 22 видов рода *Berberis*, дала возможность определить для каждого вида определенную амплитуду колебания изученных признаков. Установлена достоверность отличий от других видов по количеству проводящих пучков в черешках листьев *B. integerrima* – 7 шт., *B. silva-taroukana* – 8 шт., в плодоножке *B. amurensis* – 9 шт., в ножке кисти *B. japonica* – 18 шт., *B. poiretii* – 9 шт. У пяти видов – *B. aetnensis*, *B. jamesiana*, *B. lycium*, *B. floribunda*, *B. brachypoda* количество проводящих пучков в черешке листа сцеплены с аналогичным показателем в плодоножке – 5/5 соответственно, у *B. francisci-ferdinandi* – 4/4.

В целом, использование анатомических признаков для диагностики видов весьма затруднительно в силу большой вариабельности количественных показателей проводящих пучков. Однако, дополнение традиционно используемых в диагностике морфологических признаков анатомическими повышает точность определения систематической принадлежности видов. Уникальные признаки, выявленные нами в процессе работы, вполне подходят для этой цели. Комплексное применение всех изученных признаков совместно с морфологическими увеличивает надежность определения видов, однако для увеличения достоверности полученных данных необходимо увеличить выборку видов, включив в нее вечнозеленые виды рода, произрастающие в Украине.

1. **Анели Н.А.** Атлас эпидермы листа / Н.А. Анели. – Тбилиси: Мецниереба, 1975. – 105 с.
Aneli, N.A., *Atlas epidermy lista* (An Atlas of Leaf Epidermis), Tbilisi: Metsniereba, 1975.
2. **Ботаника:** анатомия и морфология растений / [А.Е. Васильев, Н.С. Воронин, А.Г. Еленевский, Т.И. Серебрякова, Н.И. Шорина]. – М.: Просвещение, 1988. – 480 с.
Vasiliev, A.Ye., Voronin, N.S., Yelenevskii, A.G., Serebryakova, T.I., and Shorina, N.I., *Botanika: anatomiya i morfologiya rastenii* (Botany: Plant Anatomy and Morphology), Moscow: Prosveshchenie, 1988.
3. **Куликов Г.В.** Итоги интродукции вечнозеленых видов барбариса в Крыму / Г.В. Куликов // Бюл. Гос. Никитск. ботан. сада. – 1968. – Вып. 1(7). – С. 16–18.

- Kulikov, G.V.**, Results of Evergreen Barberry Species Introduction in Crimea, *Byuleten Gos. Nikitsk. botan. sada* (Bulletin of the State Nikita Botanical Garden), 1968, vol. 1(7), pp. 16–18.
4. **Никитин А.А.** Анатомический атлас полезных и некоторых ядовитых растений / А.А. Никитин, И.А. Панкова. – М.: Наука, 1982. – С. 103.
Nikitin, A.A., and Pankova, I.A., *Anatomicheskii atlas poleznykh i nekotorykh yadovitykh rastenii* (Anatomical Atlas of Useful and Some Poisonous Plants), Moscow: Nauka, 1982, p. 103.
 5. **Прокопова Л.И.** Об изменчивости строения черешка у некоторых представителей семейства Umbelliferae / Л.И. Прокопова, Т.А. Остроумова, В.Н. Тихомиров // II Науч. докл. высш. шк.: Биол. науки. – 1981. – № 11. – С. 61–66.
Prokopova, L.I., Ostroumova, T.A., and Tikhomirov, V.N., On Variability of the Petiole Structure in Some Representatives of Umbelliferae Family, *II Nauch. dokl. vyssh. shk.: Biol. nauki* (2nd Scientific Reports of Higher Education: Biology), 1981, no. 11, pp. 61–66.
 6. **Паушева З.П.** Практикум по цитологии растений / Зоя Петровна Паушева. – М.: Агропромиздат, 1988. – 271 с.
Pausheva, Z.P., *Praktikum po tsitologii rastenii* (A Practical Course in Plant Cytology), Moscow: Agropromizdat, 1988.
 7. **Туманян С.А.** Строение черешка у травянистых форм семейства барбарисовых / С.А. Туманян // Бюл. Гл. ботан. сада АН СССР. – 1965. – Вып. 75. – С. 79–85.
Tumanyan, S.A., Petiole Structure in Herbaceous Forms of the Berberidaceae Family, *Byul. Gl. bot. sada Akad. Nauk SSSR* (Bulletin of the Central Botanical Garden of the USSR), 1965, vol. 75, pp. 79–85.
 8. **Ahrendt, L.W.A.**, Berberis and Mahonia, a Taxonomic Revision, *Journal of Linnean Society of London, Botany*, 1961, vol. 57, no. 369.
 9. **Harms, V.A.**, Phenological and Morphological Study of Berberis in Northern Hays County (Central Texas), *Journal of the Botanical Research Institute of Texas*, 2007, vol. 1, no. 1, pp. 21–36.
 10. **Kumazawa, M.**, Systematic and Phylogenetic Consideration of the Ranunculaceae and Berberidaceae, *Japanese Journal of Botany*, 1939, vol. 9, pp. 9–15.
 11. **Tiwari, U.L.**, and Adhikari, B.S., *Berberis rawatii* sp. nov. (Berberidaceae) from India, *Nordic Journal of Botany*, 2011, vol. 29, no 2, pp. 184–188.
 12. **Uniyal, B.P.**, Sharma, J.R., and Chaudhery, U., Flowering Plants of Uttarakhand, Bishen Singh Mahendra Pal Singh, Dehradun, 2007.
 13. **Bentham, G.**, and Hooker J.D., Berberidaceae. Genera of Plantarum, London, 1862, vol. 1, no. 1.
 14. **Rao, R.R.**, Taxonomy of Indian Berberidaceae: Prospects and Problems, *Journal of Economic and Taxonomic Botany*, 1994, vol. 18, no. 2, pp. 379–385.
 15. **Rao, R.R.**, An Undescribed Variety of *Berberis petiolaris* Wall, *Himalaya Botanical Bulletin of Academia Sinica*, 1994, vol. 35, no. 4, pp. 229–239.

Донецкий ботанический сад НАН Украины

Получено 21.08.2013

УДК 581.45:634.942

ПРО ВИКОРИСТАННЯ АНАТОМІЧНИХ ОЗНАК У ВИЗНАЧЕННІ ВИДІВ РОДУ *BERBERIS* L.

Л.В. Мітіна

Донецький ботанічний сад НАН України

Дослідження з виявлення можливостей використання особливостей анатомічної будови окремих органів видів роду *Berberis* L. в якості додаткових діагностичних ознак дозволили встановити рівні варіації окремих ознак, визначити окремі види з певною константною амплітудою коливання досліджених ознак, а також види, у яких кількість провідних пучків у черешку пов'язана із аналогічним показником плодоніжки. За оцінкою надійності додаткових діагностичних ознак для всіх видів встановлено межі коливання кількості пучків у кожному органі. Для чотирьох видів встановлено вірогідну різницю між ними та іншими видами за кількістю провідних пучків у черешках листків та плодоніжці. Визначені ознаки мали низьку діагностичну цінність через високі показники варіабельності кількості провідних пучків в черешках листків, плодоніжках та ніжках кисті як у межах виду, так і між видами. Їх можна використовувати для діагностики на рівні роду та для складання паспорту окремого виду.

UDC 581.45:634.942

ON APPLICABILITY OF ANATOMIC FEATURES TO IDENTIFICATION OF *BERBERIS* L. SPECIES

L.V. Mitina

Donetsk Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine

The study of applicability of the anatomical structure of some organs in *Berberis* L. species as additional systematic features has shown the variation ranges of certain characters. It also showed some species with a constant range of studied characters and the species with the quantity of fascicles in a petiole linked with an analogical index in a pedicel. Based on reliability of additional diagnostic features, we determined all species' ranges of fascicle quantity variation in every organ. The significant difference was found between four species and the rest in the quantity of fascicles in leaf petiole and pedicel. The determined characters were not valuable enough as the indexes of quantity of fascicles in petioles, pedicels and raceme foots were highly variable either within or between species. These features are useful for identification at the species level and for making a species description.